

## Thème « systèmes intégrables »

### Chercheurs :


Permanents : *Pascal Baseilhac*, *Azat Gainutdinov*, [Oleg Lisovyi \[1\]](#), [Nouredine Mohammedi \[2\]](#).

Doctorants : *Julien Roussillon*, *Thi Thao Vu* (thèse soutenue en 2016).

### Présentation :

Les activités de recherche de **Pascal Baseilhac** s'articulent autour de trois directions : (i) systèmes intégrables, (ii) algèbre, théorie des représentations, (iii) interfaces : fonctions spéciales et applications. La direction (i) est centrée sur la solution de la chaîne de spin XXZ avec conditions aux bords non-périodiques. Depuis qu'une amorce de solution exacte (spectre, états) fut obtenue pour des bords diagonaux [Sklyanin,1988 ; Jimbo et al.,1994], celle-ci demeure largement incomplète en 2012. La direction (ii) est centrée sur les algèbres tridiagonales, q-Onsager, Askey-Wilson et coidéaux de déformations d'algèbres universelles enveloppantes : théorème de Poincaré-Birkhoff-Witt, groupe de tresses, forme intégrale à la Lusztig, spécialisation aux racines de l'unité, extension du schéma d'Askey des polynômes orthogonaux. La direction (iii) est à l'interface de (i) et (ii) : poser les bases d'une approche q-hypergéométrique pour une classe de systèmes intégrables (obtenir les états propres en termes de fonctions spéciales) ; caractériser le cadre algébrique permettant d'étendre le schéma d'Askey des polynômes orthogonaux à une variable au cas multivariable, de différent des polynômes de MacDonald-Koornwinder.

La recherche d'**Azat Gainutdinov** a essentiellement porté sur les propriétés algébriques fondamentales d'une classe de théories de champs non-unitaires possédant la symétrie conforme (CFT). Les motivations proviennent de divers champs de recherche en physique : modèles sigma supersymétriques, eff et Hall quantique de spin, percolation en deux dimensions et modèles de piles de sable décrivant les processus d'avalanche. La non-unitarité de tels modèles au point critique est associée à la présence de représentations indécomposables de l'algèbre de Virasoro aux caractéristiques complexes. Du fait que les fonctions de corrélations impliquent des expressions logarithmiques, ces théories sont nommées CFTs logarithmiques. L'originalité de la recherche de A. Gainutdinov est d'utiliser la limite continue de formulations discrètes sur le réseau (en particulier les chaînes de spin de taille finie) afin d'étudier ces CFTs logarithmiques.

Les travaux d'**Oleg Lisovyi** portent sur des liens entre la CFT et les déformations isomonodromiques d'équations différentielles linéaires à coefficients rationnels. Les thèmes principaux sont les propriétés algébriques et analytiques des transcendentes de Painlevé. Plusieurs problèmes 

importants demeuraient ouverts dans le domaine des équations de Painlevé depuis presque un siècle jusqu'à très récemment, par exemple : (i) construire leurs solutions générales en termes de la monodromie des systèmes linéaires associés ; (ii) mettre les transcendentes de Painlevé dans un cadre classique de la théorie de représentations. Un progrès récent dans ce domaine soulève de nouvelles problématiques à la frontière entre les systèmes intégrables, les théories supersymétriques de jauge et la théorie de représentations : il s'agit par exemple de comprendre les liens entre l'isomonodromie et les représentations combinatoires des fonctions de partitions instantoniques de Nekrasov ; entre la quantification des variétés de caractères, les algèbres de Cherednik/Askey-Wilson, la théorie conforme et l'algèbre de Verlinde des opérateurs de boucle ; entre les équations de Painlevé I/II/IV, les blocs conformes irréguliers et les théories d'Argyres-Douglas. Ce dernier sujet fait l'objet de la thèse de **Julien Roussillon**, commencée en 2015.

La recherche de **Nouredine Mohammedi** porte sur la question de l'intégrabilité des modèles sigma non-linéaires bi-dimensionnels. Plusieurs systèmes intégrables sont connus en mécanique

classique mais seulement une poignée d'exemples en théories des champs sont identifiés comme intégrables. Les modèles sigma intégrables connus jusqu'à présent ont été déterminés par une méthode de "trial and error". N. Mohammedi a mis au point une procédure systématique pour la détermination de modèles sigma intégrables : une équation maîtresse est obtenue, très riche du point de vue géométrique. La condition d'intégrabilité des modèles sigma imposant des contraintes sur les espaces cibles correspondant à ces modèles, celle-ci pourrait être d'une importance cruciale pour le problème de la compactification des théories des cordes.

### Liens:

[1] <http://www.lmpt.univ-tours.fr/~lisovyi/>

[2] <http://www.lmpt.univ-tours.fr/~nouri/>